

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-289929

(43)Date of publication of application : 19.10.2001

(51)Int.Cl.

G01R 33/09

G01R 33/02

G11B 5/33

H01L 43/08

(21)Application number : 2000-101058

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 03.04.2000

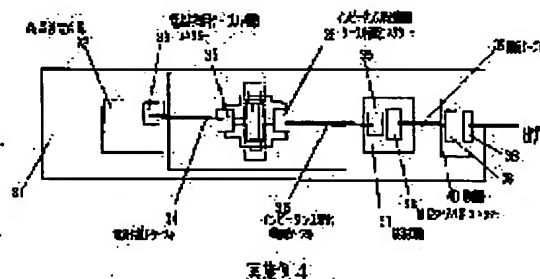
(72)Inventor : KO TAIKO  
KUMANO KATSUFUMI

## (54) HIGH FREQUENCY-APPLIED MAGNETIC FIELD SENSOR

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To make a high frequency applicable to a magnetic field sensor and realize high sensitivity of the sensor, and to accurately detect a high frequency magnetic field, in a magnetic sensor using a magnetoresistance effect element.

**SOLUTION:** A high frequency current is supplied to the magnetoresistance effect element of a probe tip part via a current supply cable connector 33 and a current supply cable 34 from a high frequency current source 32. An impedance changed by an external magnetic field is taken out as an impedance changing signal via an impedance change detecting cable connecting connector 35 and an impedance change detecting cable 36, and the signal is supplied to a detection circuit 37. Afterwards, a signal extracted by a detection signal is amplified by an amplifier 40 via a connecting cable connector 38 and a connecting cable 39 to be covered into an output signal. Here, impedance by an L component of wiring 34 for imparting an electric current to a magnetic sensor element is set not more than 0.1 in the ratio to impedance possessed by the magnetic sensor element, and the whole is formed on a quartz substrate 31.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

15.07.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-289929

(P2001-289929A)

(43) 公開日 平成13年10月19日 (2001.10.19)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 0 1 R 33/09		G 0 1 R 33/02	D 2 G 0 1 7
	33/02	G 1 1 B 5/33	
G 1 1 B 5/33		H 0 1 L 43/08	A
H 0 1 L 43/08		G 0 1 R 33/06	R

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-101058 (P2000-101058)

(22) 出願日 平成12年4月3日 (2000.4.3)

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 高 太好

東京都大田区中馬込1丁目3番6号株式会社リコー内

(72) 発明者 熊野 勝文

東京都大田区中馬込1丁目3番6号株式会社リコー内

(74) 代理人 100110386

弁理士 園田 敏雄

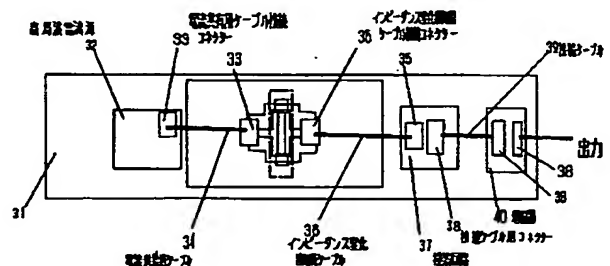
Fターム (参考) 2G017 AA01 AD51 AD55 AD61 AD65  
BA03 BA05

(54) 【発明の名称】 高周波化磁界センサー

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 磁気抵抗効果素子を用いた磁気センサーにおいて、高周波化と高感度化を実現し、高周波磁界を精度良く検知する。

【解決手段】 高周波電流源32から電流供給用ケーブルコネクタ33、電流供給用ケーブル34を介し、プローブ先端部の磁気抵抗効果素子への高周波電流を供給する。外部磁界により変化したインピーダンスを、インピーダンス変化検知用ケーブル接続コネクタ35、インピーダンス変化検知用ケーブル36を介し、インピーダンス変化信号として取り出し、その信号を検波回路37に供給する。その後検波信号により抽出された信号を接続ケーブル用コネクタ38、接続ケーブル39を介し、増幅器40で増幅し、出力信号とする。ここで、磁気センサー素子に電流を与える配線34のL成分によるインピーダンスを磁気センサー素子の有するインピーダンスとの比で0.1以下にし、全てを石英基板31上に形成した。



実施例4

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 磁気抵抗効果素子を有する磁界センサーにおいて、磁気抵抗効果素子に電流を与える配線及び磁気抵抗効果素子から抵抗の変化を検知するための回路部に接続される配線における L 成分によるインピーダンスを磁気抵抗効果素子の有するインピーダンスとの比で 0.1 以下とした高周波化磁界センサー。

【請求項 2】 磁気抵抗効果素子を有する磁界センサーにおいて、磁気抵抗効果素子に電流を与える配線及び磁気抵抗効果素子から抵抗の変化を検知するための回路部に接続される配線の構造を伝送線路構造とした高周波化磁界センサー。

【請求項 3】 磁気抵抗効果素子を有する磁界センサーにおいて、磁気抵抗効果素子のインピーダンスと伝送線路のインピーダンスを概ね一致させた高周波化磁界センサー。

【請求項 4】 ループコイル部分の一部を磁気抵抗効果素子としたループコイル、伝送線路部、パッド部を薄膜で構成し、かつ、信号処理回路部をチップ部品として一体に構成した請求項 1、請求項 2 又は請求項 3 の高周波化磁界センサー。

【請求項 5】 ループコイル部分の一部を磁気抵抗効果素子としたループコイル、伝送線路部、パッド部を薄膜で構成し、かつ、信号処理回路部を有する半導体基板上に一体に構成した請求項 1、請求項 2 又は請求項 3 の高周波化磁界センサー。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、モータ用磁界測定装置、ナビゲーション用地磁気センサー等の磁界センサーに関するものである。また、本発明は、電子式複写機、FAX、印刷機、パソコン等の事務機器、家庭用電気機器、産業機器等、各種電気電子機器からの電磁ノイズを検知し、また装置内に内在させるプリント配線基板等からのノイズを検知し、その対策に用いる EMC（電磁環境適合性：Electromagnetic Compatibility）規制対策や電磁障害対策用検査機器にも応用可能なものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、この種の磁気センサーとして MR センサー、MI（磁気インピーダンス）センサー、フラックスゲートセンサー、半導体ホール効果センサーが用いられてきた。このうち MR センサー、MI センサーは MR 素子、MI 素子といった磁気抵抗効果素子を用い、薄膜化でき、小型化が容易なため近年発明、改良がなされてきた。これらの素子を用いたセンサーは、磁気抵抗効果素子に電流を流し、MR 素子では直流電流を、MI 素子では高周波電流を主に流している。

【0003】 磁気抵抗効果素子を利用した従来技術としては、例えば特開平 6-176930 号公報記載の「磁気インダクタンス素子」、特開平 6-253573 号公

報記載の「電流検出回路」、特開平 9-318719 号公報記載の「磁気センサー回路」等がある。しかしながら、従来の磁気センサーは比較的低周波磁界の検知が目的であったので、高周波磁界検知に十分対応した回路構成となっておらず、高周波磁界の検知を精度良く行うことが困難であった。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は、磁気抵抗効果素子を用いた磁気センサーにおいて、接続する信号処理回路部の高周波化を行い、磁気センサーの高周波化と高感度化を実現し、高周波磁界を精度良く検知することを、その課題とする。

## 【0005】

【課題解決のために講じた手段】 上記課題解決のために講じた手段は、磁気抵抗効果素子を有する磁界センサーにおいて、磁気抵抗効果素子に電流を与える配線及び磁気抵抗効果素子から抵抗の変化を検知するための回路部に接続される配線における L 成分によるインピーダンスを磁気抵抗効果素子の有するインピーダンスとの比で 0.1 以下としたことである。また、磁気抵抗効果素子を有する磁界センサーにおいて、磁気抵抗効果素子に電流を与える配線及び磁気抵抗効果素子から抵抗の変化を検知するための回路部に接続される配線の構造を伝送線路構造とした。また、磁気抵抗効果素子を有する磁界センサーにおいて、磁気抵抗効果素子のインピーダンスと伝送線路のインピーダンスを概ね一致させた。また、ループコイル部分の一部を磁気抵抗効果素子としたループコイル、伝送線路部、パッド部を薄膜で構成し、かつ、信号処理回路部をチップ部品として一体に構成した。また、ループコイル部分の一部を磁気抵抗効果素子としたループコイル、伝送線路部、パッド部を薄膜で構成し、かつ、信号処理回路部を有する半導体基板上に一体に構成した。

## 【0006】

【作用】 磁気抵抗効果素子に電流を与える配線を低 L 化することで、駆動電流の高周波化が可能となり、また磁気抵抗効果素子から抵抗の変化を検知するための回路部に接続される配線も低 L 化されることで、検波性能の向上につながり、高感度な磁気センサーが実現可能となる。また、高感度な高周波電流プローブへの応用も可能である。また配線を伝送線路構造とすることで、さらに感度を向上させることができる。また信号処理回路部をチップ部品、または直接半導体基板上に形成し、センサー部全体を一体に構成することで、更なる小型化が実現できる。

【0007】 次に図面を参照しつつ実施例 1 を説明する。図 1 乃至図 4 は、MI センサーを用いた場合の例である。作製方法としては、まず図 1 に示すように、石英、ガラスなどの絶縁基板 1 上に Fe-Ni 薄膜 2 a などの磁気抵抗効果膜をスパッタにより作製する。この場

合、磁気抵抗効果素子の材料は、金属部材であれば目的とする磁界強度に応じて適宜選択すれば良い。なお、Fe-Ni 薄膜はメッキ法によっても作製できる。

【0008】次に図2に示す如く、通常の半導体製作工程のフォトリソを用いて、直線状に磁気抵抗効果素子2bとして機能できる膜厚 $5\mu\text{m}$ ×幅 $10\mu\text{m}$ ×長さ $200\mu\text{m}$ の形にする。この寸法は目的によって適宜変更できる。その後、図3に示すように、絶縁層としてSiO<sub>2</sub>膜3をスパッタで成膜し、フォトリソ工程で、磁気抵抗効果素子上にスルーホール4を加工する。なお、フォトリソ工程によっては絶縁層を必要としない工程にすることもできる。また、絶縁層はSi窒化膜などのほかの材料でもよい。

【0009】次に図4に示す如く、Alなどの非磁性金属を磁気抵抗効果素子2bに電流を与える配線5aとパッド部6aおよび検知用配線5bとパッド部6bとしてスパッタ等により成膜の後、Fe-Ni 薄膜と同様にフォトリソにより作製する。なお、非磁性金属はCu, Ag, Au又はその合金等でもよい。

【0010】こうした配線形状としては、直線であることが低L化のためには必要である。このため、磁気特性の劣化を防ぐべく、例えば直線状で形成した磁気抵抗効果素子の接続用配線の場合には、引回しのための曲がりや、ループ状に形成することが従来例(図5)では多かった。本実施例では一配線当り2個所のみの曲がりと、配線を磁気抵抗効果素子2bにできるだけ近接させるため、インピーダンス変化検知用配線5bと磁気抵抗効果素子2bで形成されるループ面積を低下でき、低L化を実現することができた。この配線の低L化によって、通電する電流の高周波化が容易に実現できる。すなわち、図6のような本発明の磁気センサー等価回路において、配線のインピーダンス $2\pi L$ を磁気抵抗効果素子のインピーダンスZの10%以下としたことで、今回設定した駆動用定電流源の仕様範囲で駆動できる高周波電流値の周波数をより高くすることができ、磁気抵抗効果素子のZの変化率を増加させることができた。また、検出回路においても磁気抵抗効果のインピーダンス変化率を検波する際にも配線を含めたセンサー全体のインピーダンスの変化率が検波の性能向上につながるため、両方の効果で高感度化が実現できる。

【0011】図7に実施例2を示す。実施例1と同様に作製したプローブにおいて、磁気抵抗効果素子12に電流を与える配線および検知用配線を伝送線路17とする。なお、接続用配線部18は極力短く構成する。これにより配線のL成分を更に下げることができる。図7の伝送線路部17は、平行線路型である。他にマイクロストリップ型、トリプレート型、コープレーナ型等の伝送路でもよい。なお、バイアス用コイル、精度向上のためのフィードバックコイルをもつセンサーにも適用でき、コイル部以外の配線を伝送線路として目的以外の部分で

のL成分を低くすることで、コイル自体の励磁性能が向上され、その結果、センサー性能が向上する。

【0012】図8に実施例3を示す。実施例2と同様に作製したセンサーにおいて伝送線路27のインピーダンスと磁気抵抗効果素子22のインピーダンスをほぼ一致させる。これによりセンサー部での反射等を低減でき、ノイズを低減することが可能となり、高感度化が実現できる。

【0013】図9に実施例4を示す。この実施例では、プローブ先端部(MIセンサー先端部)がすべて石英基板31上に形成されており、さらに図6に示した信号処理回路部を有するチップ部品をハンダ、導電性接着材などで接続する。これによりセンサー全体の小型化が可能となる。

【0014】図6を参照しつつ簡単にセンサーの機能を説明すると、まず高周波電流源32から電流供給用ケーブル接続コネクタ33、電流供給用ケーブル34を介し、プローブ先端部の磁気抵抗効果素子へ高周波電流を供給する。外部磁界により変化したインピーダンスを、インピーダンス変化検知用ケーブル接続コネクタ35、インピーダンス変化検知用ケーブルを介し、インピーダンス変化信号として取り出し、その信号を検波回路37に供給する。その後検波信号により抽出された信号を接続ケーブル用コネクタ38、接続ケーブル39を介し、増幅器40にて増幅し、出力信号とする。

【0015】図10乃至図12に実施例5を示す。図10に示す如く、予め、図6相当の、高周波電流発生部53、信号処理回路部56をSi、またはGaAs等の半導体基板51上に通常の半導体プロセスにより形成する。さらに絶縁層(SiO<sub>2</sub>層)52を形成した後、磁気抵抗効果素子54を含むセンサー先端部を作製する。そして導電性金属層55を形成し、磁気抵抗効果素子54と高周波電流発生部53とを高周波電流用接続部53a、高周波電流用パッド53bを介して接続し、一方磁気抵抗効果素子54と信号処理回路部とを、信号処理回路用接続部56a、インピーダンス変化検知用パッド56bを介して接続する。

【0016】次に図11に示す如く、基板上全体にSiO<sub>2</sub>層57を形成し、その後DC電源用スルーホール58、グラウンド用スルーホール59、出力用スルーホール60を形成する。そして図12に示す如く、それぞれのスルーホールにDC電源用コネクタ61a、電源グラウンド用コネクタ62a、出力用コネクタ63aを配置するように構成する。これによりセンサー全体がさらに小型化される。

【0017】

【発明の効果】本発明のプローブによれば、高感度な磁気センサーを実現できる。そのため、高感度な高周波電流プローブとしての利用が可能となる。請求項2、請求項3の構成をとることで、さらに感度を向上させること

ができる。また、請求項 4 及び請求項 5 の構成をとれば、小型化が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】は実施例 1 のプローブの作製手順 1 を示す正面図である。

【図 2】(a) は実施例 1 のプローブの作製手順 2 を示す正面図、(b) は平面図である。

【図 3】(a) は実施例 1 のプローブの作製手順 3 を示す正面図、(b) は平面図である。

【図 4】(a) は実施例 1 のプローブの作製手順 4 を示す正面図、(b) は平面図である。

【図 5】は MI センサの従来例である。

【図 6】は信号処理回路部を含んだセンサーの等価回路を表すブロック図である。

【図 7】は実施例 2 のプローブ先端部の平面図である。

【図 8】は実施例 3 のプローブ先端部の平面図である。

【図 9】は実施例 4 のセンサー全体を示す平面図である。

【図 10】(a) は実施例 5 の製作工程 1 の平面図、(b) は正面図である。

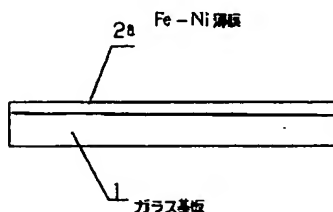
【図 11】(a) は実施例 5 の製作工程 2 の平面図、(b) は正面図である。

【図 12】(a) は実施例 5 の製作工程 3 の平面図、(b) は正面図である。

【符号の説明】

- 1 : ガラス基板
- 2 a : Fe-Ni 薄膜
- 2 b, 1 2, 2 2, 5 4 : 磁気抵抗効果素子
- 3 : 絶縁膜 (SiO<sub>2</sub> 膜)
- 4 : スルーホール
- 5 a : 高周波電流用配線
- 5 b : インピーダンス変化検知用配線
- 6 a, 1 6 a, 2 6 a : 高周波電流用パッド
- 6 b, 1 6 b, 2 6 b : インピーダンス変化検知用パッド
- 1 7, 2 7 : 伝送線路
- 1 8, 2 8 : 接続用配線部

【図 1】

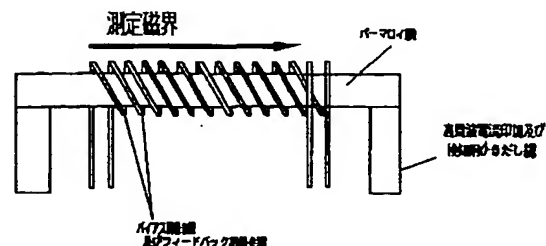


実施例 1 (作製手順 1)

- \* 3 1 : 石英基板
- 3 2 : 高周波電流源
- 3 3 : 電流供給用ケーブル接続コネクタ
- 3 4 : 電流供給用ケーブル
- 3 5 : インピーダンス変化検知用ケーブル接続コネクタ
- 3 6 : インピーダンス変化検知用ケーブル
- 3 7 : 検波回路
- 3 8 : 接続ケーブル用コネクタ
- 3 9 : 接続ケーブル
- 4 0 : 増幅器
- 5 1 : Si 基板
- 5 2 : SiO<sub>2</sub> 層
- 5 3 : 高周波電流発生部
- 5 3 a : 高周波電流用接続部
- 5 3 b : 高周波電流用パッド
- 5 5 : 導電性金属層
- 5 6 : 信号処理回路部
- 5 6 a : 信号処理回路用接続部
- 5 6 b : インピーダンス変化検知用パッド
- 5 6 c : DC 電源接続用パッド
- 5 6 d : グラウンド接続用パッド
- 5 6 e : 出力用コネクタパッド
- 5 6 f : DC 電源用接続部
- 5 6 g : グラウンド接続用接続部
- 5 6 h : 出力用接続部
- 5 7 : SiO<sub>2</sub> 層
- 5 8 : DC 電源用スルーホール
- 5 9 : グラウンド用スルーホール
- 6 0 : 出力用スルーホール
- 6 1 a : DC 電源用コネクタ
- 6 1 b : DC 電源
- 6 2 a : 電源グラウンド用コネクタ
- 6 2 b : 電源グラウンド
- 6 3 a : 出力用コネクタ
- 6 3 b : 出力用ケーブル

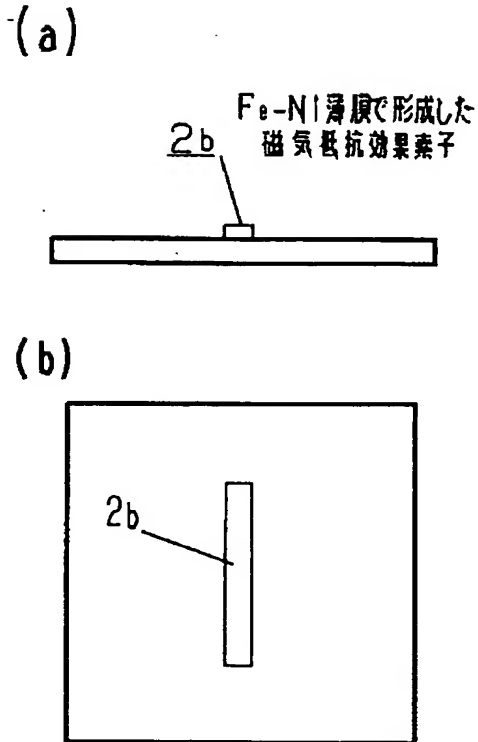
\*

【図 5】



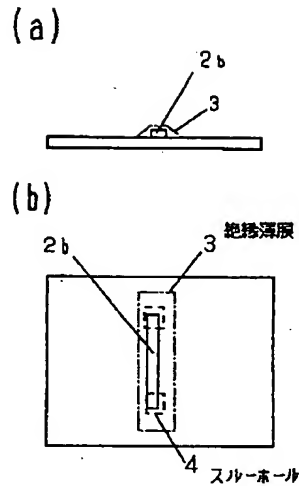
従来例 (MI センサの素子構成図)

【図 2】



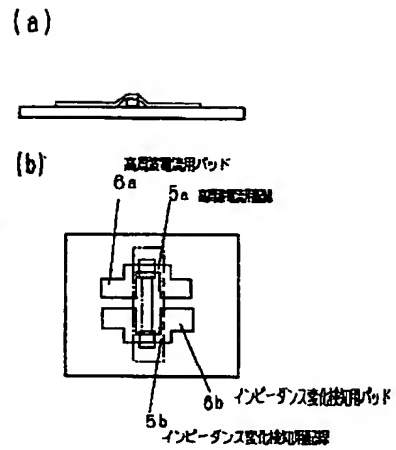
実施例 1 (作製手順 2)

【図 3】



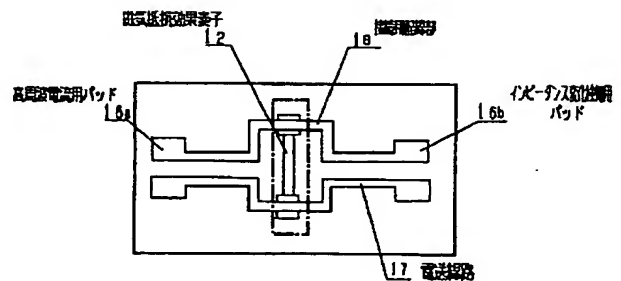
実施例 1 (作製手順 3)

【図 4】



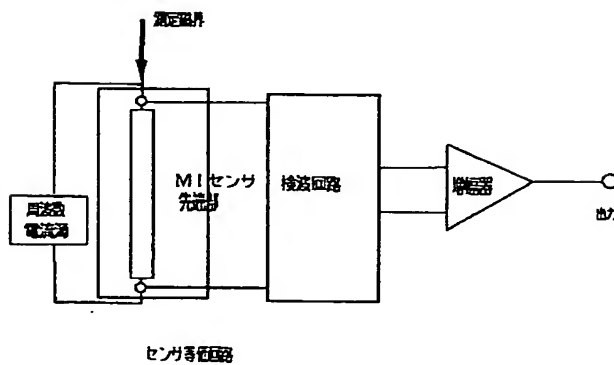
実施例 1 (作製手順 4: センサ先端部完成)

【図 7】

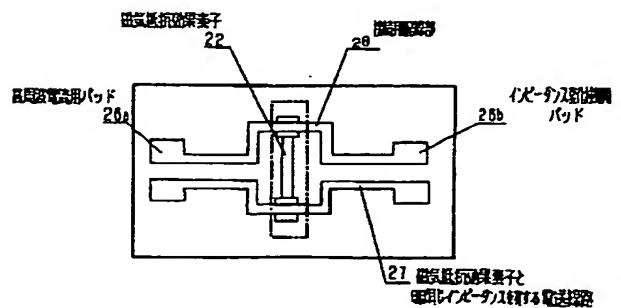


実施例 2 (プローブ先端)

【図 6】

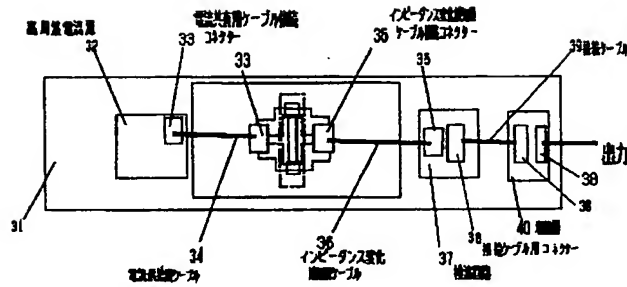


【図 8】



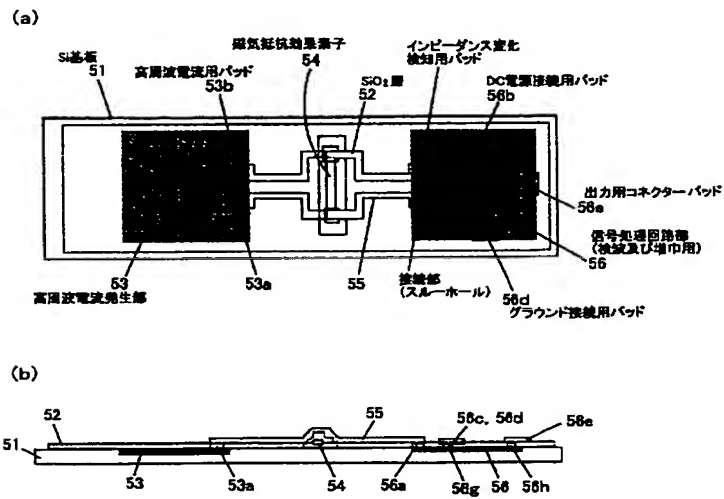
実施例 3 (プローブ先端)

【図 9】



実施例 4

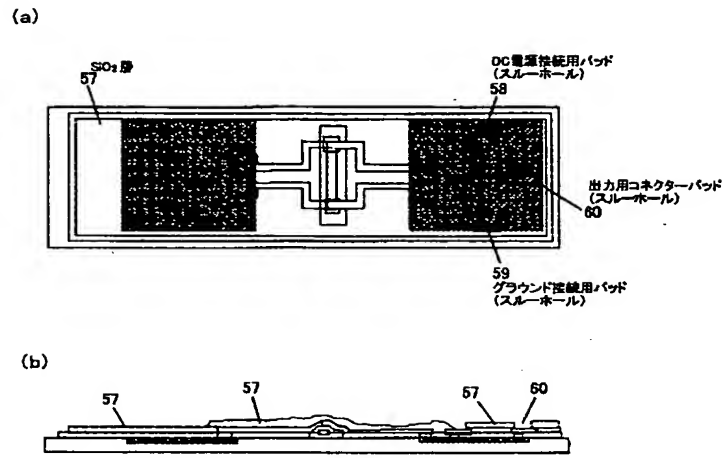
【図 10】



実施例 5 (製作手順 1)

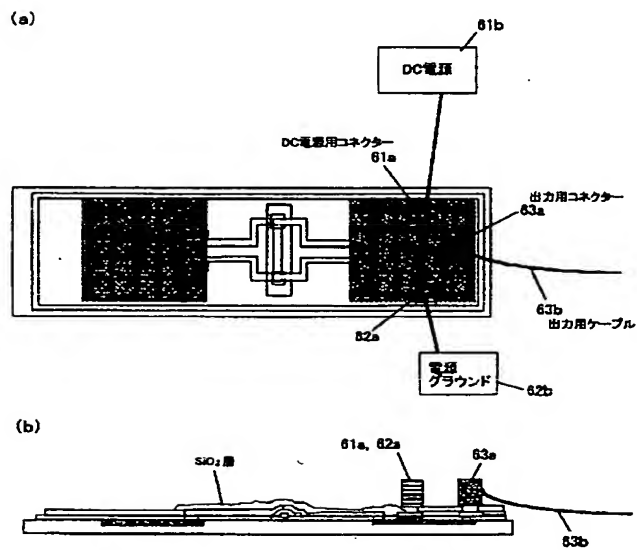


【図11】



実施例5(製作手順2)

【図12】



実施例5(製作工程3)

